

ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА КОМПЛЕКС МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТРУБНЫХ СТАЛЕЙ КЛАССА ПРОЧНОСТИ K65(X80)

Полухина О. Н., Захаров Д. Ю.

Руководители проф., д.т.н. Фарбер В.М., к.т.н. Селиванова О. В.
УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург,
sov23@mail.ru

Материалом исследования являлись трубные стали типа 06Г2СМБ различных производителей (сталь 1 и сталь 2) содержащие: 0,05 масс. % С, 1,84 % Мн, $\Sigma_{V,Nb,Ti} \leq 0,1$ масс.%. Исследовались образцы в исходном состоянии (состояние трубы), а также после термической обработки по режимам: $T_n = 680, 700$ и 730°C , $\tau_{\text{выд}} = 30$ мин., охлаждение проводилось на воздухе.

Растяжение пятикратных цилиндрических образцов диаметром 10 мм проводилось на универсальной испытательной машине Instron 3382 при комнатной температуре со скоростью $0,7 \cdot 10^{-3} \text{ с}^{-1}$.

Анализ результатов механических испытаний (растяжение, ударный изгиб) позволил сделать вывод о том, что в состоянии трубы в исследуемых сталях наблюдается высокий уровень прочностных свойств ($\sigma_s = 735$ МПа для стали 1 и 670 МПа для стали 2), при этом $\sigma_{0,2}$ в стали 2 находится на нижнем пределе требований API-X80 ($\sigma_{0,2} = 560$ МПа). Высокое значение отношения $\sigma_t/\sigma_s \sim 0,95 \dots 0,98$ является недопустимо высоким для трубных сталей данного класса прочности, что связано с относительно низким значением равномерного удлинения (4,4...5,0 %), т.е. низкой деформируемостью. При этом обе стали обладали высоким уровнем ударной вязкости. $KCV^{40} = 320 \dots 370 \text{ Дж/см}^2$

При высоком отпуске на 680°C в сталях наблюдается улучшенный комплекс вязких и пластических свойств, но при этом в стали 2 $\sigma_t = 526$ МПа, что меньше нижнего допустимого предела. Для стали 1 высокотемпературный отпуск на 680°C приводит к снижению прочностных свойств стали до 575 МПа и некоторому росту пластичности ($\delta_p = 7\%$). Выявлено, что нагрев в межкритический интервал температур ($T_n = 730^\circ\text{C}$), приводит к дальнейшему падению прочностных свойств (σ_t для обеих сталей снижается до уровня 500 МПа), росту пластичности ($\delta_p = 10 \dots 12\%$) и существенному охрупчиванию обеих сталей, ударная вязкость снижается до значений порядка 40 Дж/см^2 , что недопустимо для данных сталей.

При нагреве в межкритический интервал температур ($T_n = 730^\circ\text{C}$) металл приобретает хорошие пластические свойства (снижается отношение $\sigma_t/\sigma_s \sim 0,66$, повышается δ_p ($\sim 10 \dots 11\%$)). Вместе с тем,

значительно снижается уровень $KCV^{-40}=40\ldots70$ Дж/см², вследствие образования выделений вторых фаз по границам ферритных зерен.